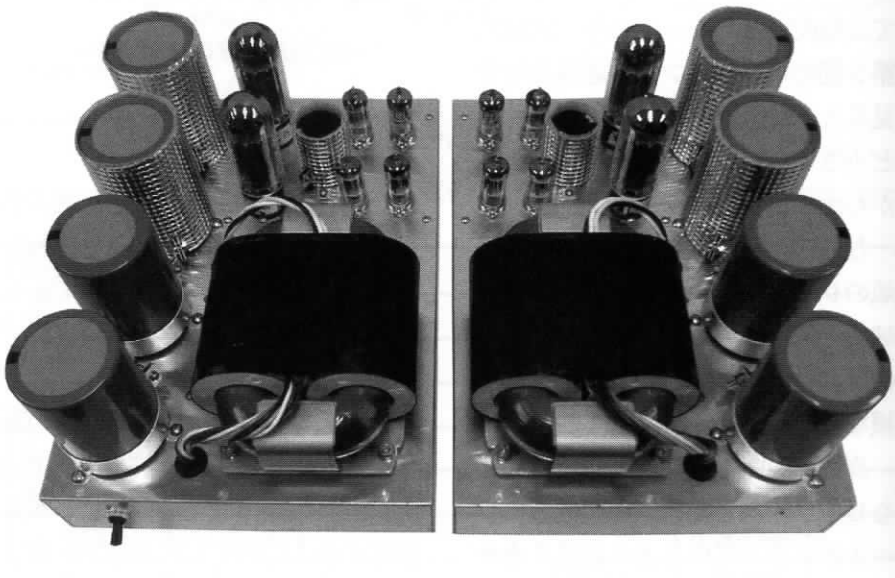
8Ωで出力10W，低域特性を重視した EL-509SEPP-OTLアンプ

■橋本 昌幸■



10W級のOTLアンプを！

最初に本機のあらましについてお話します．

出力は，8Ω負荷に対して1kHzで左右おのおの12W（ひずみ率2%），利得は20.3dBです．

シャーシは2つに分かれていて，電源スイッチはLchだけにあり，Rchは同時にON－OFFします．電源インジケータは両方に付けました．

左右両端に並ぶ青い円筒はB電源用電解コンで，おのおの4700μF／250V，出力管に近い電解コンや後出のブート・ストラップ用の電解コンには遮熱のため保冷バッグを加工したものが巻いてあります．これは月例試聴会でいただいたアドバイスにより，真空管の熱から守るためにつけたものです．

中央手前の伏型のものは左右の信号回路用電源トランスです．

アンプの裏側で，左の背面パネルには，左から全体のACインレット，Rch用のACアウトレット，Rch用のヒータ電源端子，Lchのスピーカ端子，同入力ボリューム，入力端子が並びます．右の背面パネルも同様の配置です．シャーシ内部は，手前の中央寄りにLとRの大きな信号回路基板があります．

L／Rの信号回路基板のすぐ後ろには電源突入電流緩和回路とプロテクタ回路の載る基板があり，その後ろにLchでは左右のヒータ用のトランス，Rchではプロテクタ回路用の小型トランスがあります．トランスの横には各チャネル用の電源基板があります．左端の奥は電源スイッチ（NFB）です．

ところで，なぜこのアンプを作るに至ったかと申しますと，筆者は学生時代に白黒テレビの水平出力管25E5を用いてOTLアンプを作った経験があり，それをもう一度作りたいと考えたからです．いまから50年も前のことですが，当時これが流行したのです．本誌にも多くの製作

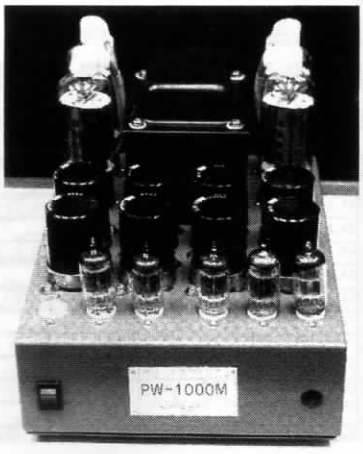
前段部の低インピーダンス化で音の鮮度を保持

新構想26HU5 OTLアンプ2機種の実験

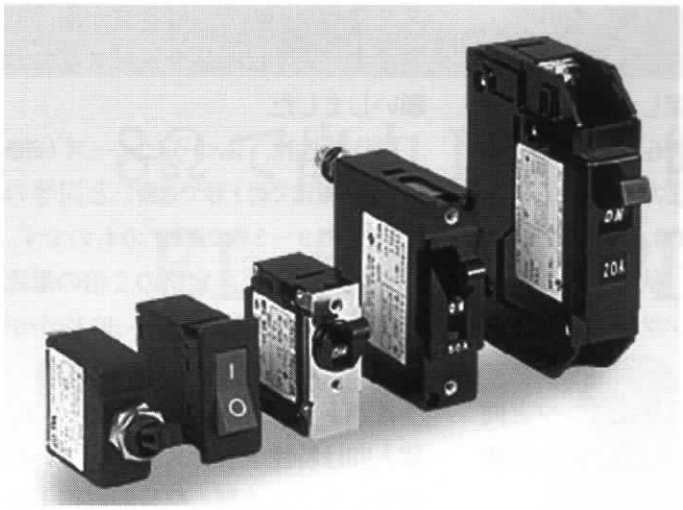
第3回「Ⅱ型」設計・改造編

加銅鉄平 KADOU Teppei

前号まではP-K分割位相反転回路と能動負荷を採用した「Ⅰ型」OTLパワーアンプの試作を解説してきたが，今回はカソード結合型位相反転回路を採用する「Ⅱ型」を紹介する．「Ⅰ型」とほぼ同様の性能が得られ，音質的にも充分なものとなった．さらに音質の向上を期待して，この「Ⅱ型」のドライブ電圧を上昇させる実験も行った．8Ω負荷最大出力は27W，10dBのNFBで充分な性能と音質を実現できた．最終的には「Ⅰ型」アンプも「Ⅱ型」に改造し，筆者は2台の「Ⅱ型」アンプで能動負荷回路の音質を体験することとなった．



《写真A》「MJ」誌に掲載された加銅氏作26HU5OTLアンプの記事



●スイッチとヒューズの代りに使用した日幸電機のサーキット・ブレーカ．定格10A，遮断特性Fのものを採用した

初段は，高周波用といわれる12AT7を使いました．オーディオ用の12AX7と較べると，増幅度は約0.7倍ですが，最適負荷抵抗値は1／4になるので，加銅氏の意見に従いました．

2段目と位相反転段の5687は一般的な12AU7と比較すると，増幅度は同等，最適負荷抵抗は1／4になるので，これも加銅氏の意見に従いました．位相反転に通常の反転増幅とカソード結合同相増幅の組み合わせを用いたのも，加銅氏の最終案に従ったためです．ただし全段とも，加銅アンプより電流を多めに流し，直線部に近いところを使いました．

カップリング・コンデンサの値は回路計算ソフトを用いて算出した値です．ただし，真空管を扱えるソフトはなかなかないので，FETを代替えとしました．

VR03，VR04は小出力時のひずみ率が最小となるように調整します．

回路全体の発振止めであるC01，C02は開放負荷でも発振しないように定数を選んだところ，75pFになりました．出力段自身の発振止めは加銅アンプと同様，100Ωに10Tコイルを巻いたものをプレートにつける方法としました．

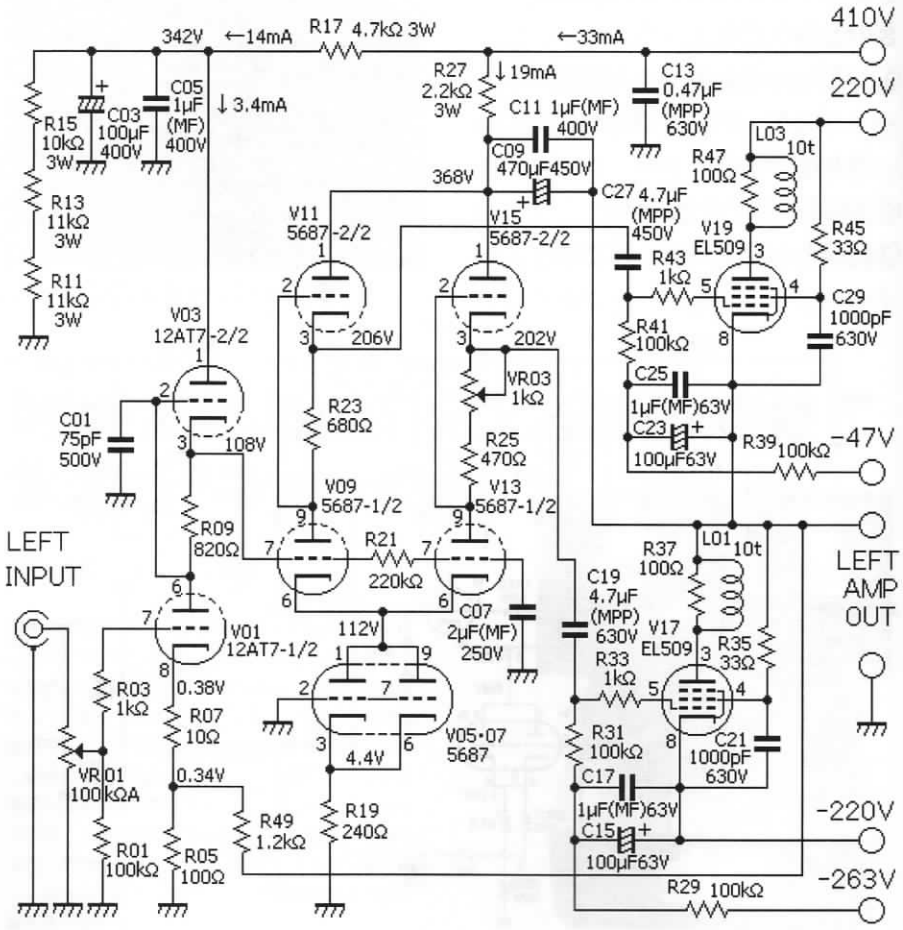
加銅アンプと異なる部分は，前記の回路定数のほかR27，R28，C09，C10のブート・ストラップを追加したことです．氏によると，出力段は上段と下段の利得が異なるので，出力から2段目に見かけ上のPFBをかけることにより同等化できる，とのことですが，筆者は前記したブート・ストラップにより上段と下段の利得を同等化する方法にしたので，PFBはかけませんでした．NF量は12dB程度あります．

ところで，真空管アンプの場合，通常的にはラグ端子を用いて部品の配線をしますが，今回は真空管ソケット間の部品や配線を除いて基板上に配置し，コネクタで結合するようにしました．この方法がかならずしも最適ではないと思いますが，やりやすい方法として採用しました．なお，抵抗の容量は真空管回路を組むという気持ちから，電源回路部分も含めて旧1/2W型にしました．

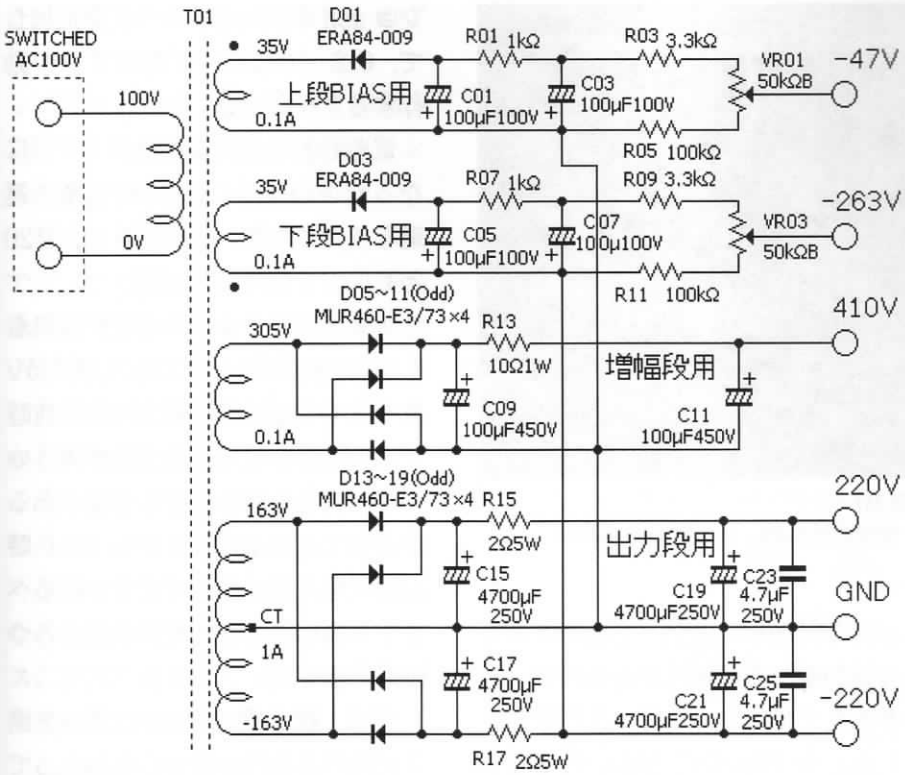
(2) 電源回路

片チャネルの電源回路図を**第3図**に，ヒータ・トランスや突入電流緩和回路を含んだ電源接続図を**第4図**に掲載します．

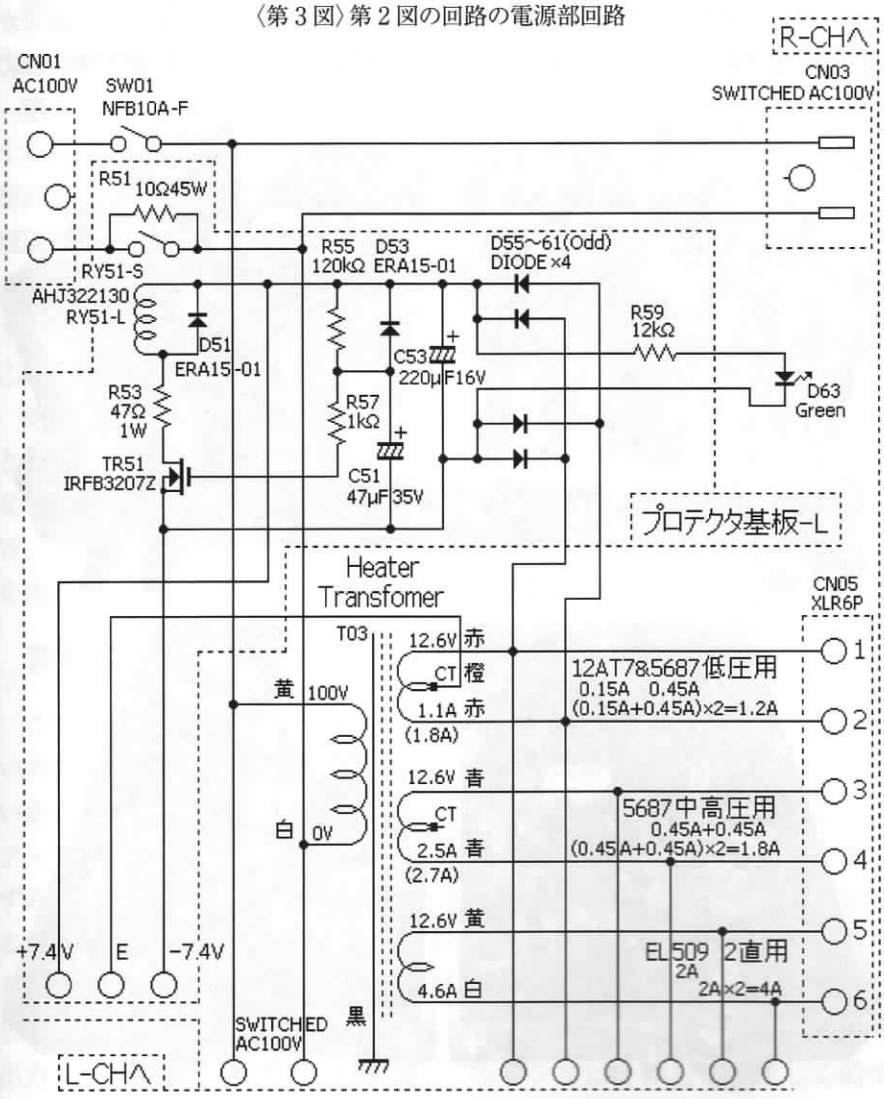
Rコア・トランスの利点はメーカーのホーム・ページに書いてありますから省略しますが，欠点は電源ON時の突入電流が大きいこと，交



〈第2図〉EL-509 SEPP OTLアンプ回路



〈第3図〉第2図の回路の電源部回路



〈第4図〉第2，3図の電源接続図

流片側負荷に弱いことで，これはトロイダル・トランスも同様です．このため，パワー・アンプなどに使用する大型トランスには突入電流緩和回路が必要で，半波整流は避ける必要があります．

第4図で『プロテクタ基板－L』と書いてある点線で囲んだ部分が電源ON時の突入電流を直列抵抗と遅延回路で緩和している部分です．抵抗で押さえた突入電流は10A，遅延時間は約3秒です．

この回路の場合は，基本的にブリッジ整流で±両側負荷にし，バイアス用の半波整流軽負荷回路は，2つの巻線が逆サイクルで導通するようにしました．特にパワー回路は，電源からパワーを供給するという考えかたから“ブリッジ整流にすべし”と考えています．ダイオードは加銅氏同様すべてファスト・リカバリーです．これは月例試聴会でも同様のアドバイスをいただきました．

2つの半固定抵抗は，出力管のバイアス電圧を調整して出力直流電位を0V近くにするものです．

(3) プロテクタ回路

プロテクタ回路ですが，このアンプには出力トランスがなく，出力カップリング・コンデンサもありません．また，トランジスタ・アンプと比べて立ち上がりに非常に時間がかかります．さらに出力直流電位もトランジスタ・アンプと較べればあまり安定ではありません．このため，プロテクタ回路によってスピーカを保護することにしました．回路は筆者独自のもので，決して非常用ではないので，＋も－も200～300mVで動作し，同じ時定数で動作するようにしました．

トランジスタ・アンプ用であれば通常的にはプロテクタ回路は動作せず，万一，パワーTRなどが故障し

ため，突入電流緩和回路とLchのプロテクタ回路の電源はセンター・タップ付の12AT7用のヒータ巻線から取り，Rchの電源には小型トランスを追加しました．

写真Bは両chのプロテクタ基板です．この部分は，たとえば大型の抵抗を使わなくても音質には関係ないと考えたので，小型部品を使いました．初めにRchの電源もヒータから取ったところ，L／R別シャーシであることから2点アースになってハムが出てしまいました．やむなく小型トランスを追加し，**第5図**になった次第です．もともとのトランスに巻線を追加するのは，巻線数制限との兼ね合いがあります．

特性データ

①周波数特性：

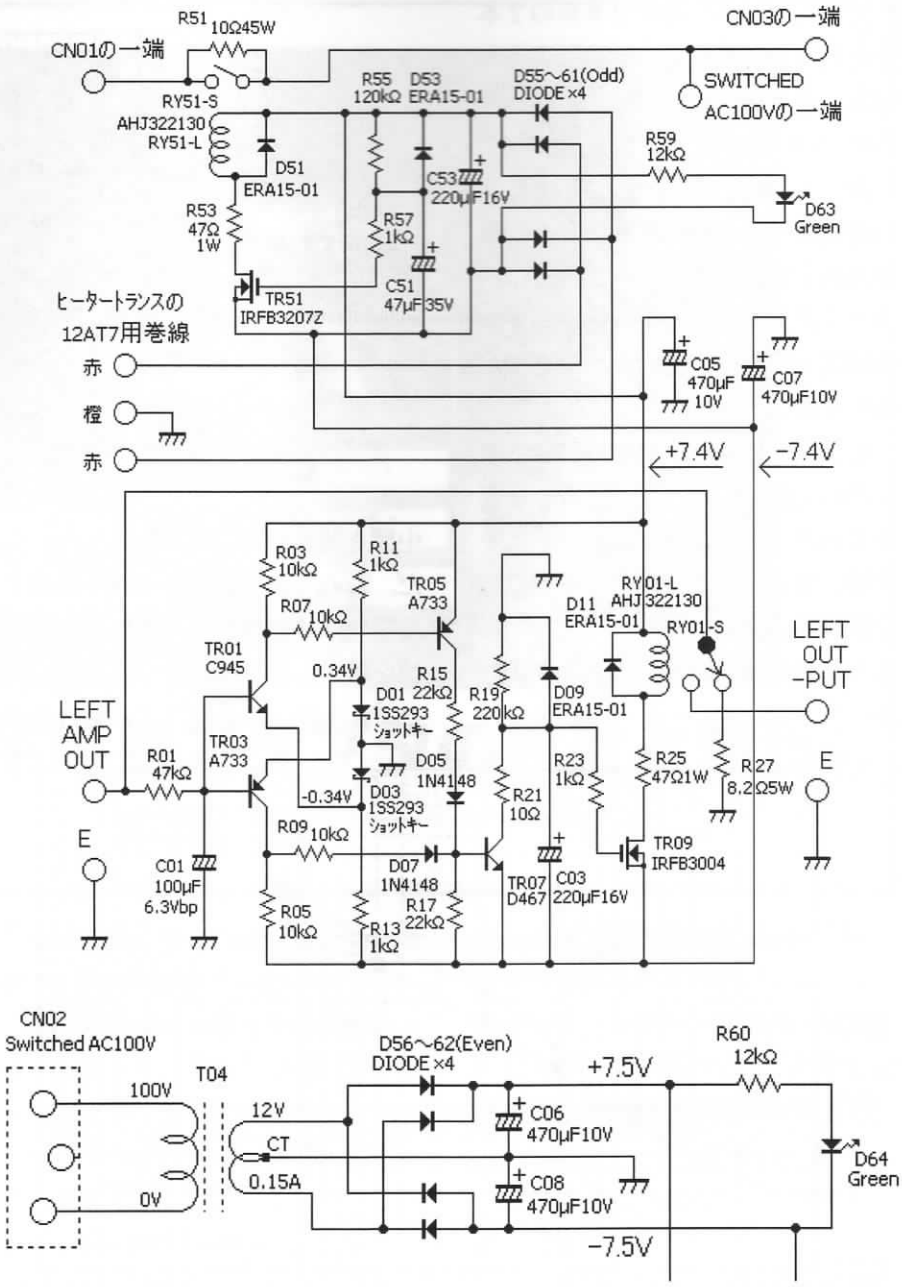
第6図のとおり，十分な低音を出すために5Hzの落ちを0.03dBに留めました．代用にFETを使った理論解析によると，低域側のカットオフ周波数（−3dB）は約0.11Hzです．

②ひずみ率特性：

第7図に1kHz，**第8図**に20Hzと20kHzのひずみ率特性を掲載します．1kHzについてはギリギリ12W，20～20kHzでも10Wの出力を得ることができました．

音質には満足

このアンプには出力トランスがないので，“ストレートな音”ではないか，と思っています．トランジスタ・アンプのようなスイッチングひずみは原理的になく，トランスによるプッシュプルの位相合成誤差もありません．また，出力トランスのコア・サイズによる低域限界がなく，出力コンデンサによるカットオフ周波数もなく，F特を十分に伸ばし，



〈第5図〉左チャネル用プロテクタ回路（上）と右チャネル用プロテクタ回路（下）の電源部

大容量の電源トランスと大容量の電源電解コンにしたので，迫力ある重低音が楽しめるものになりました．

5月9日の「音の展覧会」では，喜山嘉明氏製作，室井清氏設計・解析による4.5mバックロード・ホーンとのコラボレーションを行いました．アンプもスピーカも美しい中域高域の音を出しながら，同時に迫力ある重低音の再生を目指した点で，共通していました．このコラボレーションではその狙いは正しく的中し，イーグルスの『ホテル・カリフォルニア』のバス・ドラム，サン＝サーンス『第3番』のオルガンなどで，迫力ある重低音を再生することができたと思います．

反省

OTLであろうとなかろうと，同一名称の真空管のヒータを直列にすることは何の問題もないと考えてきました．特にEL509についてはヒータが6.3V/2Aなので，左右の4本をすべて並列にすれば電流は8Aになってしまいます．